

Non-contact analogue position sensor has a ferromagnetic conducting track with a moving magnet that moves over the track with the measured inductance indicating the position of the magnet on the track

Veröffentlichungsnummer: FR2803030

Veröffentlichungsdatum: 2001-06-29

Erfinder: GENOT BERNARD; DORDET YVES; JANSSEUNE LUC

Anmelder: SIEMENS AUTOMOTIVE SA (FR)

Klassifikation:

- Internationale: G01D5/22; G01D5/12; (IPC1-7): G01D5/22

- Europäische: G01D5/22B3

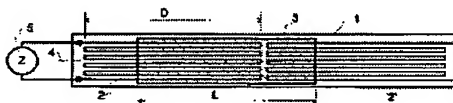
Anmeldenummer: FR19990016266 19991222

Prioritätsnummer(n): FR19990016266 19991222

Datenfehler hier melden

Zusammenfassung von FR2803030

Analogue position measurement using a detector (1) comprising a ferromagnetic conducting track (2, 2') and a moving permanent magnet (3), which moves relative to the track. The track has high permeability and a low saturation strength. The length of track that is saturated by the magnet varies with position on the track, thus the measured inductance indicates the magnet position. Curved tracks are also available for measuring angle.



Daten sind von der esp@cenet Datenbank verfügbar - Worldwide

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 22.12.99.

③⑦ Priorité :

⑦① Demandeur(s) : SIEMENS AUTOMOTIVE SA Société
anonyme — FR.

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 29.06.01 Bulletin 01/26.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑦② Inventeur(s) : GENOT BERNARD, DORDET YVES
et JANSSEUNE LUC.

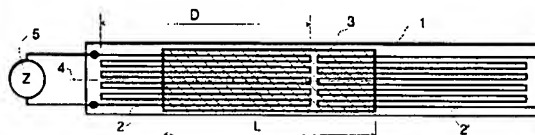
⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) :

⑤④ CAPTEUR ANALOGIQUE DE POSITION SANS CONTACT.

⑤⑦ Capteur de position comprenant un détecteur (1) com-
portant au moins une piste conductrice (2, 2') réalisée en
matériau ferromagnétique à forte perméabilité et faible
champ de saturation et un aimant (3) permanent mobile en
regard de ce détecteur, dans lequel la longueur de piste, sa-
turée par le champ magnétique de l'aimant, est variable en
fonction de la position de celui-ci, la mesure de l'inductance
de la piste fournissant une indication de la position de
l'aimant.



La présente invention est relative à un capteur de position analogique sans contact et plus particulièrement à un tel capteur mettant en œuvre la saturation d'un matériau ferromagnétique par un champ magnétique généré par un aimant mobile.

On connaît de la technique antérieure, et particulièrement des demandes
5 de brevets français n° 9913431, 9913434 et 9913437 déposées par la demanderesse, des capteurs de position analogiques sans contact constitués d'un détecteur comportant une bobine de cuivre réalisée sur un circuit imprimé, recouverte d'au moins une couche noyau en matériau ferromagnétique à forte perméabilité et faible champ de saturation, et d'un aimant mobile en regard de ce détecteur. La position d'un objet lié à
10 l'aimant mobile est mesurée par la variation de l'inductance de la bobine causée par la saturation d'une partie de la couche noyau par le champ magnétique de l'aimant. La demande n° 9913431 décrit en outre un procédé de fabrication d'un tel capteur utilisant un circuit imprimé dont au moins une couche conductrice est réalisée en matériau ferromagnétique à forte perméabilité et faible champ de saturation, et peut être gravée
15 en utilisant les techniques classiques de la technologie des circuits imprimés. Cependant, les capteurs réalisés selon cet enseignement sont encore coûteux et nécessitent un procédé de fabrication mettant en œuvre au moins une couche de cuivre et une couche noyau.

La présente invention a donc pour but de proposer un nouveau type de
20 capteurs de position sans contact, plus économiques et potentiellement plus performants.

On atteint ces buts de l'invention, ainsi que d'autres qui apparaîtront dans la suite de la présente description, au moyen d'un capteur de position analogique sans contact, comprenant un détecteur comportant au moins une piste conductrice et un
25 aimant permanent mobile en regard de ce détecteur, caractérisé en ce que la piste conductrice est réalisée en matériau ferromagnétique à forte perméabilité et faible champ de saturation, et en ce que la longueur de piste, saturée par le champ magnétique de l'aimant, est variable en fonction de la position de celui-ci.

Suivant une première variante de la présente invention, la piste conductrice
30 occupe une surface sensiblement rectangulaire et est conformée en méandres de longueurs sensiblement identiques, et l'aimant est de dimensions sensiblement identiques à la surface occupée par la piste conductrice.

Suivant une deuxième variante, la piste conductrice occupe une surface sensiblement triangulaire et est conformée en méandres de longueurs régulièrement
35 croissantes, et la dimension de l'aimant selon son axe de déplacement est sensiblement identique à l'accroissement de longueur desdits méandres.

Suivant une troisième variante, la piste conductrice est conformée en méandres de longueurs régulièrement croissantes orientés perpendiculairement à l'axe

de déplacement de l'aimant, et la dimension de l'aimant selon son axe de déplacement est un multiple du pas des méandres.

Selon une caractéristique importante de la présente invention, le détecteur comporte deux pistes conductrices symétriques par rapport au centre du détecteur et la position de l'aimant est déterminée par une mesure différentielle de l'inductance des pistes.

Le capteur selon l'invention peut être avantageusement mis en œuvre selon divers modes d'exécution permettant une mesure de déplacement linéaire ou angulaire, à plat en conformant le détecteur selon un axe de déplacement de l'aimant en arc de cercle, ou en volume, en circuit imprimé souple par conformation de celui-ci selon un tronçon cylindrique

D'autres caractéristiques et avantages du capteur suivant l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre et à l'examen des dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 représente un capteur selon l'invention dans sa première variante,
- la figure 2 illustre une autre forme de piste conductrice possible,
- les figures 3A et 3B représentent un capteur selon la deuxième variante,
- les figures 4A et 4B représentent un capteur selon la troisième variante,
- les figures 5 et 6 représentent un capteur adapté à la mesure d'une position angulaire, respectivement à plat et en volume.

On a constaté qu'une piste conductrice ferromagnétique, parcourue par un courant alternatif, par exemple d'une intensité de l'ordre de 20 mA et d'une fréquence de 50 KHz, présentait en l'absence de champ magnétique extérieur, une inductance très supérieure à l'inductance d'une piste similaire (en cuivre par exemple), du fait du confinement dans la section du conducteur du champ magnétique généré par le courant. En présence d'un champ magnétique extérieur, suffisant pour saturer le matériau de la piste, le confinement disparaît et l'inductance de celle ci revient à la normale. L'invention met en œuvre cette propriété pour réaliser des capteurs de position sans contact performants.

On se réfère à la figure 1 où on a représenté un capteur de position selon l'invention, dans une version adaptée à la mesure différentielle d'un déplacement linéaire. Le capteur est constitué d'un détecteur 1 et d'un aimant permanent 3, mobile par rapport au détecteur selon un axe de déplacement 4. Le détecteur 1 comporte au moins une piste conductrice 2 ou, comme dans l'exemple représenté, deux pistes 2 et 2', symétriques par rapport au centre du détecteur. Des moyens 5 de mesure de l'inductance de la piste 2, (connus en soi), sont reliés aux bornes de la piste conductrice. La piste conductrice 2 est réalisée dans un matériau ferromagnétique à haute perméabilité et faible champ de saturation, tel qu'un alliage Nickel - Fer

(communément appelé Mu-métal). Le matériau ferromagnétique utilisé possède une perméabilité magnétique de l'ordre de 100 000 fois celle de l'air et un champ de saturation de l'ordre de 0,8 Tesla. De tels matériaux peuvent être trouvés sous les appellations commerciales de Permalloy, Ultraperm ou Finmec.

5 La piste conductrice 2, d'une section de l'ordre de 25 à 50 μm d'épaisseur par 100 à 200 μm de largeur, est déposée sur un substrat isolant de type époxy ou polyimide, classique dans la technologie des circuits imprimés. Pour obtenir une longueur de la piste conductrice 2 suffisante pour assurer une bonne sensibilité au capteur, on a conformé cette piste en forme de méandres de longueur identique, 10 orientés selon l'axe de déplacement 4 de l'aimant 3. La longueur des méandres est choisie de manière à correspondre à la longueur D du déplacement à mesurer, leur pas est fonction de la largeur de la piste et leur nombre permettant de déterminer la longueur totale de la piste 2. La piste conductrice occupe ainsi une surface sensiblement rectangulaire que l'aimant mobile 3 recouvre proportionnellement à son 15 déplacement. Les dimensions de l'aimant sont choisies de telle sorte que le champ magnétique qu'il génère détermine une zone de saturation susceptible de s'étendre sur toute la surface occupée par la piste 2. En pratique, avec un aimant permanent de type plastoferrite, les dimensions de l'aimant seront identiques à celles de la surface occupée par la piste 2.

20 On comprend qu'alors, lorsque l'aimant 3 recouvre intégralement la piste conductrice 2, toute la longueur de celle-ci est saturée par le champ de l'aimant et que son inductance est minimale. Lorsque l'aimant 3 se déplace le long de l'axe 4, une longueur de piste proportionnelle au déplacement de l'aimant n'est plus influencée par le champ magnétique et l'inductance globale de la piste 2 augmente jusqu'à un 25 maximum. En associant comme dans l'exemple de la figure 1 deux pistes 2 et 2' symétriques par rapport au centre du détecteur 1, on peut obtenir une mesure différentielle de la position de l'aimant 3.

Bien entendu, la forme en méandres de la piste conductrice 2 n'est pas la seule possible. Toute autre forme permettant d'obtenir une relation connue entre la 30 position de l'aimant 3 et la longueur de la piste conductrice 2 saturée par le champ de l'aimant peut convenir, comme par exemple une spirale allongée. Cependant la forme en méandres s'avère particulièrement avantageuse du fait que le courant servant à la mesure de l'inductance de la piste circule en sens opposés dans deux branches contigües, minimisant de ce fait l'influence de phénomènes électromagnétiques parasites extérieurs. La figure 2 illustre à titre d'exemple une autre forme en méandres 35 applicable. Dans ce cas, les méandres sont orientés perpendiculairement à l'axe de déplacement de l'aimant 3, la combinaison de leur nombre et de leur pas étant choisie en fonction de la longueur du déplacement à mesurer.

On se réfère maintenant aux figures 3A et 3B pour illustrer une autre variante avantageuse du capteur selon l'invention. Pour des raisons de clarté, on n'a représenté que les pistes conductrices et l'aimant. Dans la variante vue précédemment, le capteur doit avoir une longueur totale approximativement égale à deux fois le déplacement à mesurer, et la dimension de l'aimant, prise selon l'axe de déplacement, est voisine de la longueur de déplacement. Pour réduire à la fois la longueur totale du capteur et celle de l'aimant, l'invention propose de réaliser la piste conductrice 2 sous forme de méandres de longueur régulièrement croissante. La figure 3A représente un mode de réalisation dans lequel les méandres de la piste conductrice 2 sont orientés selon l'axe de déplacement 4 de l'aimant 3, et présentent chacun un accroissement de longueur R par rapport au méandre immédiatement adjacent de taille inférieure. On choisit alors un aimant 3 dont la dimension L selon l'axe 4 est égale ou multiple entier de cet accroissement R. On constate qu'ainsi la longueur de la piste 2 saturée par le champ magnétique de l'aimant est continûment variable en fonction de la position de ce dernier. Cette disposition permet de réduire la longueur du capteur à approximativement la longueur du déplacement D à mesurer plus une longueur d'aimant L.

Pour éviter des effets de transition occasionnés par une brutale variation de la longueur de piste saturée lorsque le bord de l'aimant 3 passe immédiatement au-dessus de l'extrémité d'un méandre, effets qui pourraient être dus aux tolérances de fabrication, on peut envisager de réaliser l'extrémité des méandres perpendiculaire à l'axe 4 avec un matériau conducteur non ferromagnétique. L'exemple illustré à la figure 3B, qui représente le mode préféré de réalisation du capteur selon l'invention, résout ce problème de manière économique en proposant de réaliser la piste conductrice 2 sous forme de méandres orientés selon une diagonale du détecteur. Les méandres sont refermés par un tronçon de piste conductrice ferromagnétique orienté parallèlement à l'axe 4. Du fait de l'angle aigu ainsi réalisé, les effets de transition sont minimisés. Dans cet exemple, l'accroissement de longueur R des méandres est assimilé au pas de ces extrémités, mesuré selon l'axe de déplacement 4, et la longueur L de l'aimant 3, toujours selon cet axe, est sensiblement identique à R ou à l'un de ses multiples entiers.

Dans les exemples illustrés aux figures 3A et 3B, la piste conductrice 2 occupe une surface sensiblement triangulaire, délimitée par une diagonale du détecteur. Cette disposition avantageuse permet d'associer deux pistes 2 et 2' symétriques par rapport au centre du détecteur pour réaliser un capteur permettant une mesure différentielle de la position. En effet, dans ce cas, la somme des longueurs des pistes 2 et 2', saturées par le champ magnétique de l'aimant 3 est constante et leur différence est représentative de la position de l'aimant.

Les figures 4A et 4B représentent une troisième variante de réalisation du capteur, dans laquelle les méandres sont orientés sensiblement perpendiculairement à l'axe de déplacement 4. Les méandres sont disposés selon un pas constant P dans l'axe de déplacement 4 et présentent une longueur régulièrement variable selon l'axe perpendiculaire. La longueur L de l'aimant 3 est choisie pour être un multiple entier du pas P. Comme représenté à la figure 4B, ces méandres peuvent adopter une forme de chevrons, permettant ainsi de minimiser les effets de transition lorsque le bord de l'aimant passe au-dessus d'un bras du méandre. Ici encore, on constate que la piste 2 occupe une surface sensiblement triangulaire permettant l'association de deux pistes symétriques pour réaliser un capteur différentiel.

Dans les exemples vus précédemment, le capteur selon l'invention a été décrit sous une forme propre à une mesure d'une position ou d'un déplacement linéaire. L'invention porte également sur des capteurs adaptés à une mesure angulaire ainsi que l'on va le voir en liaison avec les figures 5 et 6. La figure 5 représente un capteur analogue à celui décrit en relation avec la figure 3A, adapté à une mesure angulaire à plat, par exemple en bout d'un arbre de rotation. Pour ce faire, on a conformé un détecteur analogue à celui de la figure 3A en forme d'arc de cercle, selon un axe de déplacement 4 de l'aimant lui aussi en arc de cercle de centre de rotation C et d'angle de 180° par exemple. Les méandres de la piste 2 sont alors en forme d'arc de cercle de même centre, et leur accroissement de longueur R s'exprime sous forme d'accroissement angulaire. L'aimant 3 prend alors la forme d'un secteur angulaire L de valeur sensiblement identique à R, en rotation autour du centre C.

La figure 6 montre un autre exemple de capteur de position angulaire, dans lequel le détecteur 1, semblable à l'un quelconque des détecteurs linéaires décrits précédemment, est réalisé sur un circuit imprimé souple conformé en tronçon de cylindre d'axe C. La piste conductrice 2 peut prendre l'une quelconque des formes vues en relation avec les détecteurs linéaires précédents. L'aimant 3 est alors porté par un arbre (non représenté) d'axe de rotation C. En fonction de sa longueur, déterminée par la forme de la piste conductrice 2 adoptée, l'aimant 3 peut être conformé en tuile ou rester plat si son champ magnétique est suffisant pour saturer la piste ferromagnétique en regard malgré la différence de distance entre la piste et respectivement les bords et le centre de l'aimant. Cette disposition est particulièrement adaptée à la réalisation de capteurs de position sans contact destinés à remplacer les potentiomètres classiques à balais.

REVENDEICATIONS

1. Capteur analogique de position sans contact, du type comprenant un détecteur (1) comportant au moins une piste conductrice (2,2') et un aimant (3) permanent mobile en regard de ce détecteur, caractérisé en ce que la piste conductrice est réalisée en matériau ferromagnétique à forte perméabilité et faible
5 champ de saturation, et en ce que la longueur de piste, saturée par le champ magnétique de l'aimant, est variable en fonction de la position de celui-ci, la mesure de l'inductance (Z) de la piste fournissant une indication de la position de l'aimant.
2. Capteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la piste conductrice occupe une surface sensiblement rectangulaire et est conformée en méandres de
10 longueurs sensiblement identiques, et en ce que l'aimant est de dimensions sensiblement identiques à la surface occupée par la piste conductrice.
3. Capteur selon la revendication 2, caractérisé en ce que les méandres de la piste conductrice sont orientés selon l'axe de déplacement de l'aimant.
4. Capteur selon la revendication 2, caractérisé en ce que les méandres de la
15 piste conductrice sont orientés perpendiculairement à l'axe de déplacement de l'aimant.
5. Capteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la piste conductrice occupe une surface sensiblement triangulaire et est conformée en méandres de longueurs régulièrement croissantes, et en ce que la dimension de l'aimant selon son
20 axe de déplacement est sensiblement identique à l'accroissement de longueur desdits méandres.
6. Capteur selon la revendication 5, caractérisé en ce que les méandres de la piste conductrice sont orientés selon une diagonale du détecteur.
7. Capteur selon la revendication 6, caractérisé en ce que les méandres de la
25 piste sont orientés selon l'axe de déplacement de l'aimant.
8. Capteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la piste conductrice est conformée en méandres de longueurs régulièrement croissantes orientés perpendiculairement à l'axe de déplacement de l'aimant, et en ce que la dimension de l'aimant selon son axe de déplacement est un multiple du pas desdits méandres.
- 30 9. Capteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le détecteur comporte deux pistes conductrices symétriques par rapport au centre du détecteur et en ce que la position de l'aimant est déterminée par une mesure différentielle de l'inductance des pistes.
10. Capteur selon l'une quelconque des revendications précédentes,
35 caractérisé en ce que le détecteur est adapté à une mesure de position angulaire par conformation de celui-ci selon un axe de déplacement de l'aimant en arc de cercle.

11. Capteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que le détecteur est réalisé en circuit imprimé souple et adapté à une mesure de position angulaire par conformation de celui-ci selon un tronçon cylindrique.

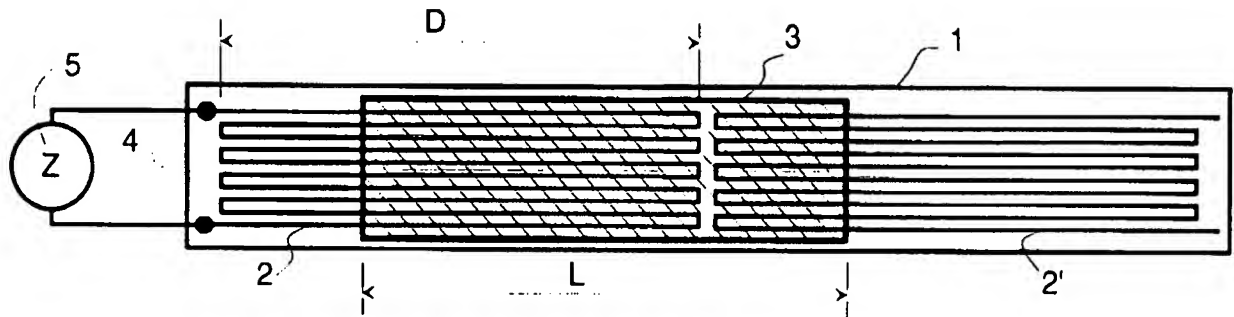


Figure 1

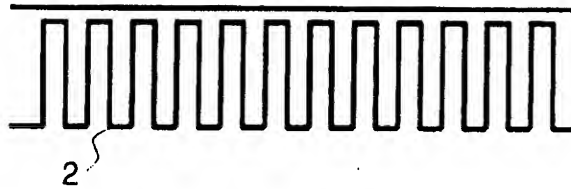


Figure 2

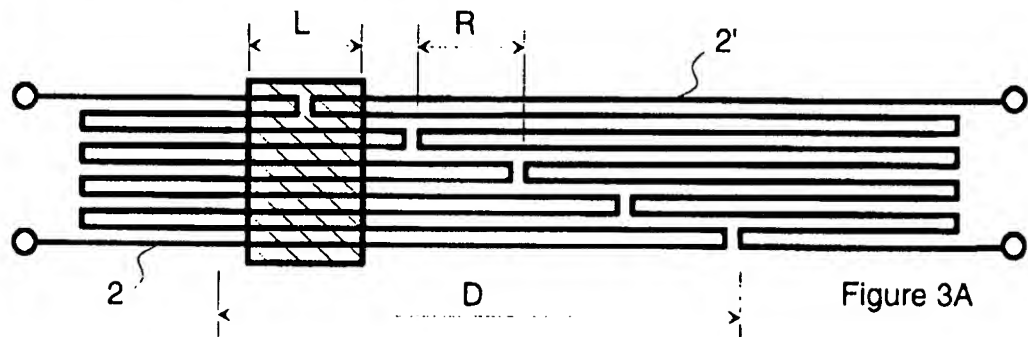


Figure 3A

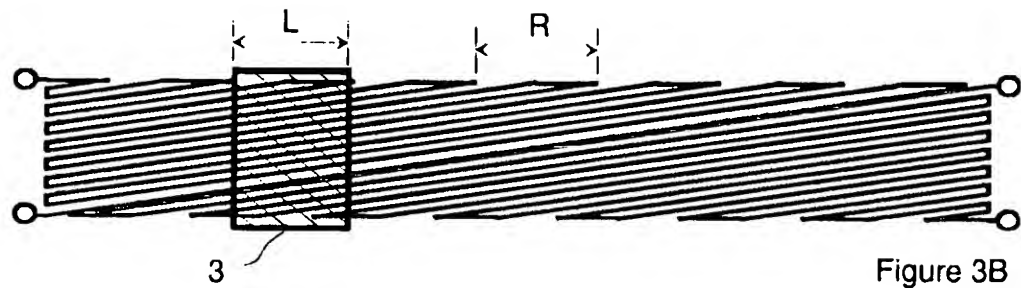


Figure 3B

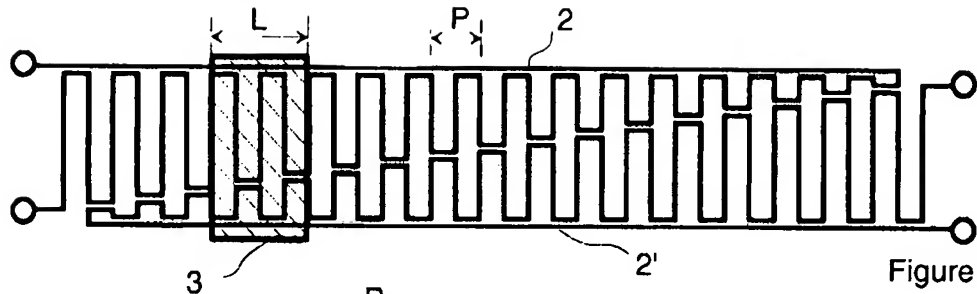


Figure 4A

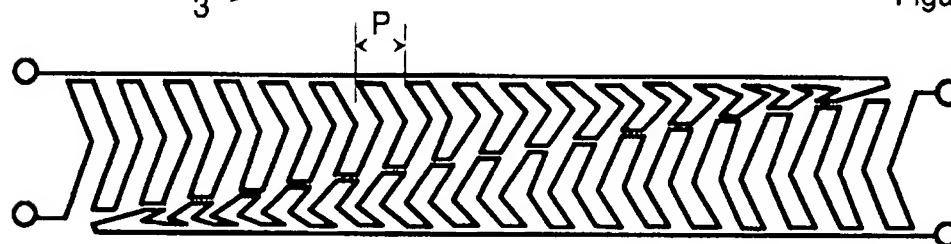


Figure 4B

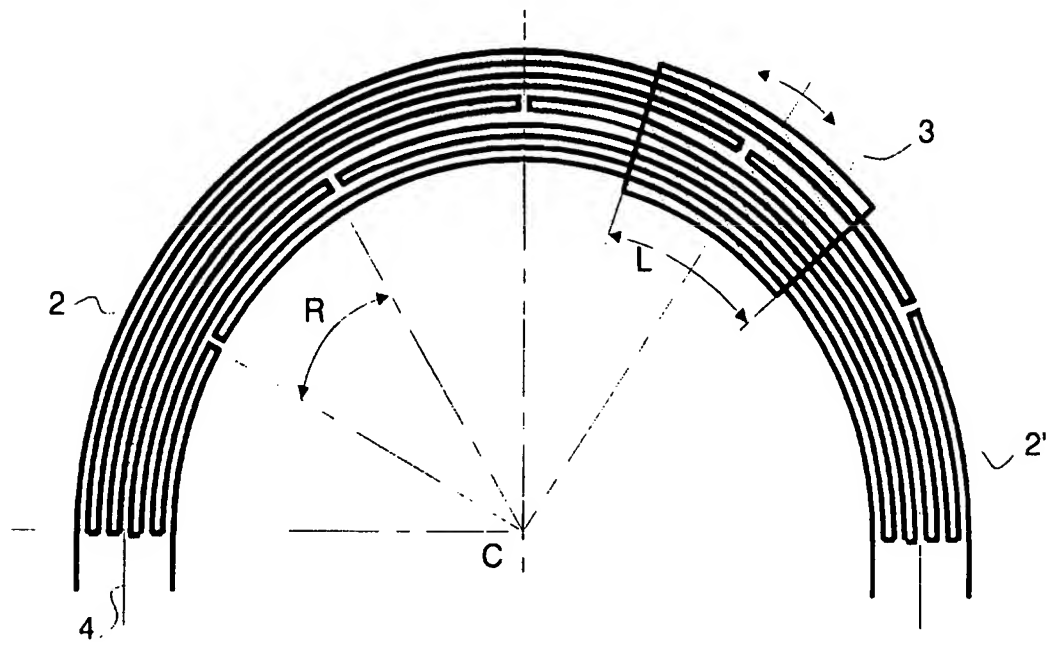


Figure 5

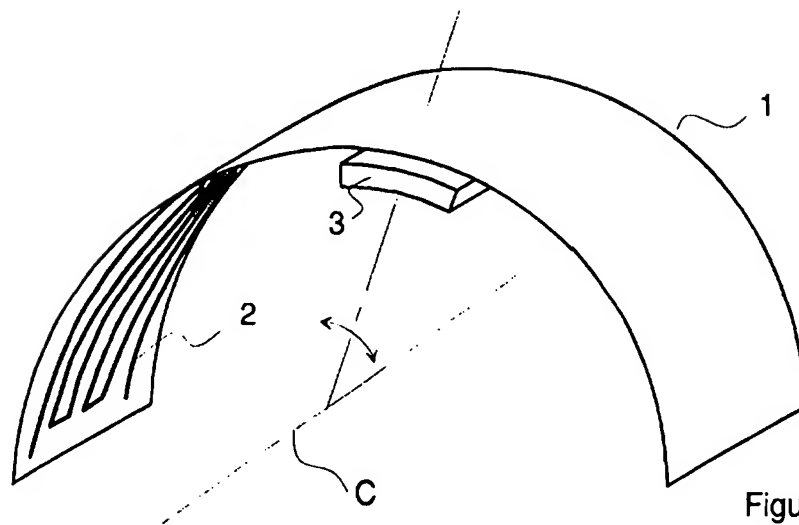


Figure 6

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

2803030

N° d'enregistrement
national

FA 581151
FR 9916266

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	DE 39 14 787 A (HERMANN MICHAEL DIPL PHYS) 8 novembre 1990 (1990-11-08) * abrégé; figures * ---	1	G01D5/22
A	US 4 099 164 A (SIDOR EDWARD F ET AL) 4 juillet 1978 (1978-07-04) * abrégé; figures * -----	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
			G01D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
7 septembre 2000		Lloyd, P	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>			